

Nana Dyah Sj¹, Fikri Adji Ardiantono², Lintang Karunia Putri^{*3} : karakterisasi komponen aktif pozzolan untuk pengembangan portland pozzolan cement (PPC)

KARAKTERISASI KOMPONEN AKTIF POZZOLAN UNTUK PENGEMBANGAN PORTLAND POZZOLAN CEMENT (PPC)

Nana Dyah S, Fikri Adji Ardiantono, Lintang Karunia Putri*

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim, Surabaya, Jawa Timur

*Email : Lintangkaruniap@yahoo.com

Abstrak

Pozzolan merupakan bahan yang mengandung Silica dan Alumina, dalam bentuknya yang halus dan adanya air akan bereaksi secara kimia dengan Kalsium Hidroksida pada suhu kamar dimana akan membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen. Bahan pozzolan yang digunakan ada beberapa macam diantaranya Trass Rembang, Fly Ash PT. Ipmomi, Granulated Blast Furnace Slag PT. Krakatau Steel Indonesia, dan Silika Fume PT. BASF. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik berbagai macam pozzolan berdasarkan komponen aktif didalamnya dan korelasinya terhadap kuat tekan pozzolan activity. Penelitian dilakukan di laboratorium penelitian dan pengembangan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, dengan metode eksperimen. Untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing pozzolan dilakukan beberapa pengujian diantaranya XRD, XRF, insoluble, dan kuat tekan pozzolan activity. Dari hasil penelitian, diperoleh pozzolan yang terbaik adalah Silika Fume, hal ini didasarkan pada nilai tertinggi dari kuat tekan pozzolan activity 140.84 kg/cm², amorf 100%, silika 88.69% dan insoluble 334.97%.

Kata kunci : amorf, insoluble, kuat tekan pozzolan activity, pozzolan, silika aktif.

CHARACTERIZATION OF POZZOLAN ACTIVITY COMPONENTS FOR PORTLAND POZZOLAN CEMENT (PPC) DEVELOPMENT

Abstract

Pozzolan is a material containing silica and alumina, with a smooth shape and the presence of water, pozzolan will react chemically with calcium hydroxide at room temperature and will form a compound such as cement. There some kind of pozzolan used, such as Trass Rembang, Fly Ash PT. Ipmomi, Granulated Blast Furnace Slag PT. Krakatau Steel Indonesia, and Silika Fume PT. BASF. This research aims to know the characteristics of pozzolan based on active components in it and its correlation to the compressive strength of pozzolan activity. The research was conducted in research and development laboratory of PT. Cement Indonesia (Persero) Tbk, by experimental method. To know the characteristics of each pozzolan done some testing including XRD, XRF, insoluble, and compressive strength of pozzolan activity. From the results of research, obtained the best pozzolan is Silika Fume, it is based on the highest value of the compressive strength of pozzolan activity 140.84 kg/cm², 100% amorphous, silica 88.69% and insoluble 334.97%.

Keywords : active silica, amorf, compressive strength of pozzolan activity, insoluble, pozzolan.

PENDAHULUAN

Menghadapi perkembangan industri yang semakin sering disorot, khususnya oleh pecinta lingkungan serta krisis ekonomi dewasa ini, penggunaan limbah untuk diolah kembali menjadi material bangunan memberikan banyak manfaat

antara lain manfaat ekologi dan meningkatkan nilai jual limbah. Dalam produksi satu ton semen Portland, akan dihasilkan kurang lebih satu ton gas carbon dioksida (CO₂) yang dilepaskan ke atmosfer (Elitha, 2010). Merujuk pada besarnya sumbangan industri semen terhadap total emisi (CO₂), diperlukan upaya untuk dapat menekan angka

produksi gas yang mencemari lingkungan ini. Tampaknya perbaikan teknologi produksi semen tidak terlalu dapat diharapkan dapat menekan produksi (CO_2) secara signifikan, penggantian sejumlah semen yang akan diaplikasikan pada PPC (Portland Pozzolan Cement) dengan bahan lain yang lebih ramah lingkungan menjadi pilihan yang lebih menjanjikan. Seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Perwitasari (2005) yang menggunakan limbah industri yaitu Fly Ash batubara sebagai bahan substitusi untuk Ordinary Portland Cement (OPC) dengan Portland Pozzolan Cement (PPC). Fly ash batubara PT. Tjiwi Kimia Mojokerto memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan SNI 15-0302-1994 dan ASTM (1993), sehingga dapat digunakan dalam pembuatan PPC, sedangkan untuk komposisi fly ash paling baik berdasarkan Analisa dan pengujian adalah penambahan fly ash batubara PT. Tjiwi Kimia Mojokerto sebesar 20%.

Pada penelitian ini digunakan material bersifat pozzolan yang mengandung silika dan alumina yang dapat digunakan sebagai binder (pengikat) diantaranya adalah Fly Ash. Fly ash (abu terbang) yang merupakan limbah PLTU berbahan bakar batu bara yang dikategorikan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) sebagai limbah berbahaya (B_3). Sehubungan dengan meningkatnya jumlah pembangunan PLTU berbahan bakar batubara di Indonesia, maka jumlah limbah abu terbang juga akan meningkat (Idafi, 2009). Jika limbah abu ini tidak dimanfaatkan akan mengakibatkan dampak yang merugikan terutama akan memakan tempat untuk penampungan, mengganggu kesehatan, dan menjadi masalah pencemaran lingkungan. Kemudian, material kedua yang bersifat pozzolan yaitu Granulated Blast Furnace Slag (GBFS). GBFS adalah limbah industri peleburan besi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putri (2017), GBFS memiliki kandungan material aktif yang tinggi terutama Oksida Silika yang berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan mortar. Material ketiga yang dipilih pada penelitian ini adalah Trass. Menurut Faqih dkk (2014), kerusakan akibat bencana alam telah mengakibatkan banyak kerugian. Akan tetapi sisa-sisa kerusakan bangunan (Trass) dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Trass merupakan suatu jenis bahan galian yang berasal dari bahan pelapukan deposit vulkanik yang mengandung bahan silika, besi dan aluminium. Material yang terakhir yaitu limbah sandblasting (Silica Fume). Limbah sandblasting dipilih sebagai material pada penelitian ini karena kandungan silika dan alumina yang tinggi dari proses penyemprotan abrasive material biasanya berupa pasir silika dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan (baja atau besi) dengan tujuan untuk menghilangkan material kontaminasi dan merupakan bahan additive pengganti semen pada konsentrasi

tertentu dapat berpengaruh meningkatkan kuat tekan. Hasil pengujian yang telah dilakukan oleh Triyanti (2017) menunjukkan bahwa limbah sandblasting baik sebagai bahan dasar pengganti semen portland selain fly ash.

Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini akan dilakukan karakterisasi beberapa macam pozzolan, dimana dilakukan pengujian pada beberapa parameter, diantaranya XRD, XRF, Insoluble, dan kuat tekan. Dan untuk mencapai tujuan dilakukan penelitian dengan metode eksperimen di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pozzolan berdasarkan komponen aktif didalamnya.

METODE PENELITIAN

Bahan dan alat.

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah Trass, Fly ash, GBFS, Silika Fume, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, HCl, NaOH, dan aquades.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin penggiling, ayakan berukuran 325 mesh, neraca analitik, oven, mixer, cetakan semen, alat uji kuat tekan, XRF, XRD, dan alat-alat gelas.

Prosedur Penelitian.

Persiapan Bahan Baku.

Tahap pertama adalah proses penggilingan bahan sampai kehalusan tertentu. Kemudian dicampur hingga homogen. Lalu bahan dipisahkan dengan ayakan berukuran 325 mesh. Hasil ayakan tersebut terbagi menjadi dua yaitu undersize dan oversize. Hasil bawah atau yang disebut undersize akan langsung dipakai sebagai bahan campuran serta untuk di analisa, sementara hasil atas atau disebut dengan oversize masih bisa digiling untuk diayak kembali atau bisa juga untuk langsung dibuang.

Tahap kedua adalah Pembuatan adonan pasta pozzolan untuk pengujian pozzolan activity. Timbang bahan pozzolan sebanyak 100 gram dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 400 gram. Kemudian tambahkan air 242 ml, campurkan hingga homogen. Setelah homogen, tuang adonan pasta ke dalam cetakan selanjutnya dilakukan proses curing di dalam lemari lembab selama 28 hari dan akan di uji kuat tekan mortar pozzolan sesuai dengan umur yang ditentukan.

Uji XRF (X-Ray Fluorescence)

XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan metode spektrometri. XRF umumnya digunakan untuk menganalisa unsur dalam mineral atau batuan.

Uji XRD (X-Ray Diffraction)

Merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya fasa kristalin di dalam material, dan untuk menganalisis sifat-sifat struktur (seperti stress, ukuran butir, fasa komposisi orientasi kristal, dan cacat kristal) dari tiap fasa.

Uji Insoluble

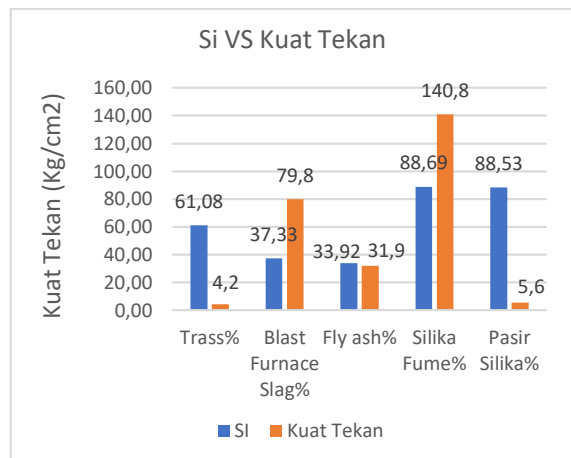
Penentuan kandungan insoluble digunakan untuk mengetahui kandungan bagian tak larut (insoluble) dalam sampel. Dalam analisisnya, digunakan beberapa reagen yang bersifat asam (HCl) maupun basa (NaOH).

Uji Kuat Tekan Mortar

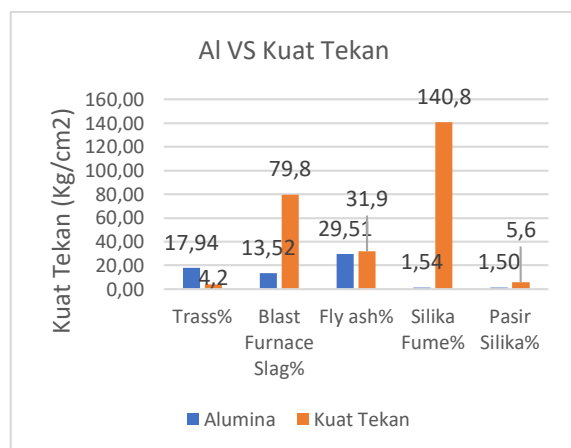
Besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

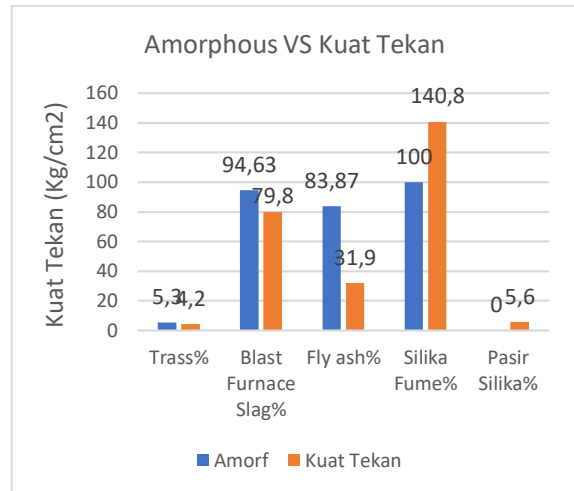
Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 1-4.



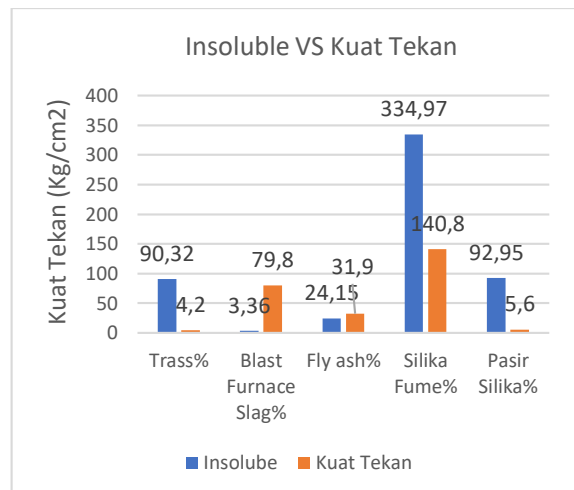
Gambar 1. Kandungan Silika VS Kuat Tekan (Uji XRF)



Gambar 2. Kandungan Alumina VS Kuat Tekan (Uji XRF)



Gambar 3. Amorphous VS Kuat Tekan (Uji XRD)



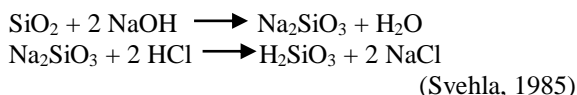
Gambar 4. Insoluble VS Kuat Tekan (Uji Insoluble)

Pada Gambar 1. dapat dilihat korelasi silika dengan kuat tekan masing-masing bahan pozzolan. Kandungan silika yang tinggi dapat membentuk ikatan yang kuat sehingga akan memberikan kekuatan yang tinggi pula, begitupun sebaliknya. Namun, adanya Al yang berlebih memberikan efek terbentuknya mikro crack dalam susunan matriks (Ratmaya, 2017) seperti yang digambarkan pada Gambar 2. Silika dalam pozzolan bisa saja saling berikatan kuat dengan unsur lain didalamnya. Hal itu membuat reaksi pozzolan dengan reaktor basa berlangsung lambat, begitupun sebaliknya.

Pada Gambar 3. dapat dilihat korelasi nilai amorf dengan kuat tekan masing-masing bahan pozzolan. Berdasarkan (Haslinawati et al, 2011), ikatan silika amorf mempunyai reaktifitas lebih tinggi daripada ikatan kristal. Hal ini disebabkan karena kristal memiliki keteraturan susunan atom yang teratur berkala dengan pola tertentu sehingga memberikan ikatan yang lebih kuat antar atom dan molekul didalamnya. Sebaliknya, amorf mempunyai susunan atom dengan pola tidak menentu, sehingga antar atom dan molekulnya mempunyai ikatan yang

lemah. Dari hal tersebut ikatan amorf yang besar akan memberikan kuat tekan yang besar pula, begitupun sebaliknya.

Reaktifitas silika juga dapat dilihat pada parameter insoluble yang digambarkan oleh Gambar 4. Kelarutan yang tinggi dalam asam mengindikasikan bahwa ikatan silika adalah bentuk ionic anion. Sebaliknya silika yang tidak larut dalam asam merupakan ikatan oksida, sesuai dengan reaksi dibawah ini :



SIMPULAN

Pozzolan yang terbaik adalah silika fume, hal ini didasarkan dari nilai kuat tekan pozzolan activity yang paling tinggi yaitu 140.84 kg/cm², begitujuga amorf yang paling tinggi yaitu 100%, silika paling tinggi 88.69% dan insoluble 334,97% yang tinggi pula.

Saran untuk penelitian lanjutan adalah, perlu dilakukan penambahan pozzolan pada OPC dalam pembuatan PPC, agar dapat menurunkan emisi gas CO₂ pada industri semen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dana dan pelaksanaan penelitian ini didukung oleh Laboratorium Penelitian dan Pengembangan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 618-94a. 1993. Standard specification for fly ash and raw calcined natural pozzolan for use as a mineral admixture in portland cement concrete. Annual Book of ASTM Standards. Vol. 04.02. American Society for Testing
Elitha. 2010. Skripsi.
lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-8/20248514-S50578-Elitha.pdf. Diakses pada 1 Januari 2017 pukul 21.00 WIB

Faqih, N., dan Ahmad, C. 2014. Tinjauan Pemanfaatan Trass Sebagai Bahan pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal PPKM II (201.4) 131-136, 131-132. <http://abcd.unsiq.ac.id/source/LP3MPB/Jurnal/Mei/8.PPKM.V1.2-Nasyiin-TinjauanPemanfaatanTrass.pdf>. (Diakses 13 Mei 2017 pukul 20.30 WIB)

Haslinawati, et al. 2011. Effect of Temperature on Ceramic from Rice Husk Ash. International Journal of Basic and Applied Science. Diakses pada 1 September 2017 pukul 13.00 WIB

Idafi, M. 2009. Pemanfaatan Fly Ash (Abu Terbang) Dari Pembakaran Batubara Pada PLTU Suralaya Sebagai Bahan Baku Pembuatan Refraktori
Cor.<http://dafi017.blogspot.co.id/2009/03/pemanfaatan-fly-ash-abu-terbang-dari.html>. (Diakses 13 Mei 2017 pukul 20.15 WIB)

Perwitasari, D. S. 2005. Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Substitusi Untuk Ordinary Portland Cement (OPC) Dengan Portland Pozzolan Cement (PPC). Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono, B-10 8. http://eprints.upnjatim.ac.id/3077/1/Dyah_Suci_smntk_2005.pdf (Diakses 13 Mei 2017 pukul 19.00 WIB)

Putri, L.K. 2017. Pengaruh Material Aktif Pozzolan terhadap Pembentukan Kekuatan Mortar. Gresik: Laporan Penelitian Praktek Kerja Lapangan PT. Semen Indonesia (Persero)

Ratmaya. 2017. Artikel Susunan Semen. Gresik: PT. Semen Indonesia Persero, Tbk

SNI. 2004. SNI 15-3758-2004 tentang Semen Masonry. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. SNI. 2004. SNI 15-7064-2004 tentang Semen Portland Komposit. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

SNI. 2014. SNI 0302:2014 tentang Semen Portland Pozolan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. SNI. 2015. SNI 2049:2015 tentang Semen Portland. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Triyanti, A. R. 2017. Studi Pemanfaatan Fly Ash Dan Limbah Sandblasting (Silica Fume) Pada Binder Geopolimer. Diploma thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. <http://repository.its.ac.id/2975/>. (Diakses 13 Mei 2017 pukul 20.50 WIB)

Nana Dyah Sj¹, Fikri Adji Ardiantono², Lintang Karunia Putri^{*3} : karakterisasi komponen aktif pozzolan untuk pengembangan portland pozzolan cement (PPC)